

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
COORDENAÇÃO DE PESQUISA**

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC**

**Avaliação da qualidade da água da lagoa Salomé em  
Cedro de São João-SE**

**Área de Concentração: Qualidade da água e IQA**

**Bolsista: Joel Marques da Silva**

**Orientador: Carlos Alexandre Borges Garcia  
Departamento de Química (DQI)**

**Relatório Final**

**Período**

**2016/2017**

**Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica  
voluntária**

**PIBIC/COPES**

## **RESUMO**

A lagoa Salomé situa-se no município de Cedro de São João no Estado de Sergipe, esse corpo hídrico conta com limitado aporte de água que o torna fragilizado, atualmente se encontra impactado em função do descarte de efluentes de origem doméstica principalmente, e pela retirada da vegetação do entorno e pelo lançamento de resíduos sólidos. Esse estudo busca avaliar o nível de qualidade da água desse reservatório através dos Índices de Qualidade da Água (IQA) e do Índice de Qualidade da Água para Reservatórios (IQAR) que são valores numéricos capazes de expressar através de alguns parâmetros físico-químicos e biológicos o nível de qualidade da água.

**PALAVRAS CHAVES:** lagoa Salomé, IQA (Índice de qualidade da água), IQAR (Índice de qualidade da água para reservatório)

# SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO.....	03
2-REVISÃO DA LITERATURA .....	03
2.1-Área de estudo: Lagoa Salomé localiza no município de Cedro de São João - Sergipe .....	03
2.2-CONAMA.....	06
2.3-Índice de Qualidade da Água (IQA) .....	07
2.4-Índice de Qualidade da Água para Reservatório (IQAR).....	13
3-METODOLOGIA .....	17
3.1-Materiais e equipamentos utilizados.....	17
3.1-Procedimento .....	17
4-RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
5-CONCLUSÃO .....	22
6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

# 1. INTRODUÇÃO

Para se utilizar a água é necessário saber se a qualidade da mesma é satisfatória para determinados fins, como por exemplo, para abastecimento humano ou animal, utilização na indústria, navegação, dentre outros. Cada uma dessas finalidades, um conjunto de critérios de qualidade da água, que inclui suas características físico-químicas e biológicas que nos indica o padrão de qualidade dessa água.

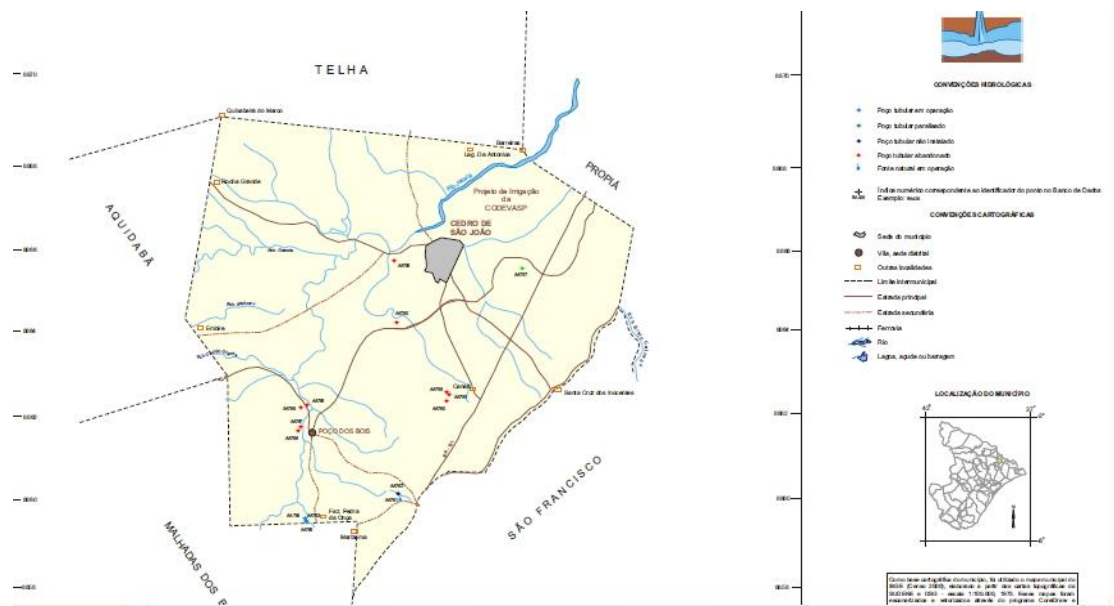
O padrão de qualidade da água pode ser expresso através do índice de Qualidade da Água (IQA), criado em 1970 nos Estados Unidos da América, pela Fundação Nacional de Saneamento (NSF – National Sanitation Foundation). A partir de 1975 o Brasil passou a adotar o IQA como sendo seu principal índice de qualidade da água para o país. [1]

Os parâmetros utilizados para cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada por efluentes de origem doméstica, parâmetros físico-químicos que são a turbidez, temperatura, condutividade, pH, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, micropoluentes orgânicos e inorgânicos e biológicos que estão relacionados a presença de microrganismos tais como coliformes totais, termotolerantes e algas. [2]

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1- Área de estudo: Lagoa Salomé localizada no município de Cedro de São João – Sergipe

O município de Cedro de São João possui aproximadamente 73km<sup>2</sup> e está localizado na região nordeste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com o município de Telha, a oeste com Malhada dos Bois e Aquidabã, a sul com o município de São Francisco e a leste com Propriá [3] como pode ser observado na Figura 1.



Fonte: CPRM, Diagnóstico do município de Cedro de São João, 2002

Figura 1: Localização do município de Cedro de São João.

O município está totalmente inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco sendo o Riacho Jacaré sua principal drenagem, este apresenta um regime intermitente ao longo do ano. [4]

A lagoa Salomé é um espelho d'água urbano formado por águas do Rio São Francisco, do Riacho Jacaré e por águas da chuva, contudo, com a regulação da vazão do Rio São Francisco para a geração de energia elétrica, as contribuições das águas da lagoa se limitam as águas da chuva. [4]

Esse reservatório apresenta um espelho d'água de aproximadamente 13.000 m<sup>2</sup> e perímetro de 4.000 m com capacidade de armazenamento de aproximadamente 52.000.000 m<sup>3</sup>, estando circundado por propriedades rurais e residências do centro urbano, [5] como pode ser observado na figura 2.



## 2.2- CONAMA

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão responsável por definir limites para classificação de águas quanto ao uso e destino final. Através da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, as águas, de uma forma geral, podem ser divididas em três tipos:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰ (Resolução CONAMA nº 357/2005).

Além disso, as águas doces em cinco classes: Classe especial, Classe I, Classe II, Classe III, Classe IV.

I - classe especial: águas destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e b) à harmonia paisagística. (Resolução CONAMA nº 357/2005).

Neste trabalho, para a determinação dos índices de qualidade de água para reservatórios, foram observados os limites dos parâmetros ambientais que classificam a água como recurso hídrico de classe I, II, III e IV, a fim de que seja determinada a classificação do corpo d'água de acordo com a análise dos resultados obtidos.

### 2.3- Índice de Qualidade da Água (IQA)

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Inicialmente foram propostas 35 variáveis para atribuição do Índice de Qualidade da Água, no entanto, somente 9 foram selecionados e avaliados de acordo com seu peso relativo (fator de ponderação) que é baseado na sua importância para a avaliação de qualidade da água. [6]

Os parâmetros e pesos atribuídos a cada parâmetro podem ser consultados no quadro 1 a seguir:

Quadro 1: Parâmetros de Qualidade da Água do IQA e respectivo peso.

PARÂMETRO DE QUALIDADE DA ÁGUA	PESO (w)
Turbidez	0,08
Temperatura	0,10
pH (Potencial hidrogeniônico)	0,12
Nitrogênio	0,10
Fósforo	0,10
Oxigênio Dissolvido (OD)	0,17



Demanda Química de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> )	0,10
Coliformes	0,15
Resíduo total	0,08

Fonte: Portal da Qualidade das Águas - ANA

## **Turbidez**

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar certo corpo d'água, essa interferência é causada pelo espalhamento e absorbância da luz por partículas suspensas na água (argila, silte, areia, algas dentre outros). [7]

O aumento da turbidez influencia diretamente as comunidades biológicas aquáticas, uma vez que, ao restringir a transmissão de luz solar no corpo d'água reduz a taxa de fotossíntese e aumento da temperatura superficial a medida que as partículas em suspensão retém calor, fatores esses que promovem a eutrofização do corpo hídrico. A turbidez tende a variar sazonalmente conforme a atividade biológica na coluna d'água, pelo escoamento superficial e pelo aporte de água da chuva ou de algum corpo hídrico que deságue em outro. [8]

## **Temperatura**

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoeletricas. A temperatura desempenha um papel crucial no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas

ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. [9]

### **Potencial hidrogeniônico (pH)**

Indica a condição de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. O pH pode ser resultado de fatores naturais e antrópicos. Valores altos de pH (alcalino) de sistemas hídricos pode estar associado a proliferação de vegetais em geral, pois com o aumento da fotossíntese há consumo de gás carbônico e portanto, diminuição do ácido carbônico da água e consequente aumento do pH. [10]

A acidez no meio aquático (pH baixo) é causada principalmente pela presença de CO<sub>2</sub>, ácidos minerais e sais hidrolizados. Quando um ácido reage com a água, o íon hidrogênio é liberado, acidificando o meio. As variações do pH no meio aquático estão relacionadas ainda com a dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. A Resolução CONAMA 357 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar entre 6 e 9 para que não haja verificação de efeito tóxico crônico a organismos. [11]

### **Nitrogênio**

O nitrogênio estimula o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações no meio hídrico, a oxidação das suas espécies pode consumir uma grande quantidade de oxigênio, promovendo um crescimento exagerado desses organismos, ocasionando, assim, o processo de eutrofização [12]. O nitrogênio pode ser encontrado, em um corpo de água, nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. O nitrogênio orgânico é comumente encontrado em águas residuais municipais, em virtude dos despejos domésticos, industriais e de criatórios de animais, enquanto que o nitrato é originado do escoamento de áreas agrícolas devido ao uso de fertilizantes. [13]

Altas concentrações de nitrato nas águas doces são preocupantes se o corpo hídrico é usado como uma fonte de água potável, uma vez que o nitrato pode representar uma ameaça à saúde de crianças, por dificultar a transferência de oxigênio na corrente sanguínea; nitrogênio na forma de amônia livre é tóxico aos

peixes, enquanto que a amônia ionizada é um nutriente para as algas e plantas aquáticas e também influencia a demanda de oxigênio dissolvido. [12]

### **Fósforo**

O fósforo é um elemento químico essencial à vida aquática e ao crescimento de microorganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, e na forma de fosfatos dissolvidos é um importante nutriente para produtores primários. As fontes mais comuns de fósforo para corpos hídricos são efluentes que possuem constituintes de detergentes (aparecendo em produtos de limpeza e enriquecendo as águas residuárias urbanas), constituintes de fertilizantes (que são levados pelas chuvas até cursos d'água ou em resíduos não-tratados de indústrias de fertilizantes) e presentes em sedimentos de fundo e lodos biológicos (na forma de precipitados químicos inorgânicos). [7] O lançamento de despejos ricos em fosfatos num curso d'água pode, em ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados, estimular o crescimento de micro e macro organismos fotossintetizantes, chegando até o desencadeamento de florações indesejáveis e oportunistas, que podem chegar a diminuir a biodiversidade do ambiente (eutrofização). [14]

### **Oxigênio Dissolvido (OD)**

O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para controle dos níveis de poluição das águas. Ele é fundamental para manter e verificar as condições aeróbicas num curso d'água que recebe material poluidor. Altas concentrações de oxigênio dissolvido são indicadores da presença de vegetais fotossintéticos e baixos valores indicam a presença de matéria orgânica (provavelmente originada de esgotos), ou seja, alta quantidade de biomassa de bactérias aeróbicas decompositoras. Se os níveis caem muito, os efeitos sobre os peixes podem variar desde uma redução da capacidade reprodutiva até a morte, além de criar condições redutoras em que o ferro e o manganês podem ser solubilizados, e problemas de sabor e odor também podem aumentar por causa da liberação de produtos, como o sulfeto de hidrogênio. O enriquecimento de nutrientes nas águas superficiais, muitas vezes, é sinalizado por uma produção excessiva de oxigênio, que conduza supersaturação do mesmo. [12,15]

Devido a elevada concentração de amônia-nitrogênio ou de carbono orgânico degradável, os resíduos domésticos e industriais frequentemente contêm altos níveis de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que, quando lançados sem tratamento, consomem as reservas de oxigênio, reduzindo a diversidade da vida aquática. Dessa forma, o oxigênio dissolvido é uma exigência crítica da população de organismos associados a um ecossistema aquático diverso e balanceado e um aspecto importante das licenças de operação das estações de tratamento. [16]

É importante destacar que águas naturalmente mais quentes, como as do nordeste brasileiro, e ricas em matéria orgânica podem apresentar valores de OD mais baixos independentemente da ação antrópica. No entanto, baixos valores de OD podem ser encontrados em corpos d'água que passam em grandes centros urbanos e recebem aporte de matéria orgânica na forma de esgotos não tratados ou tratados com baixa eficiência.

### **Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>)**

É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica biodegradável presente na água em teste feito por 5 dias à temperatura de 20° C. A amostra de água que contém a matéria orgânica é inoculada com o microrganismo de interesse e incubada a 20°C por um período de 5 dias, que é o tempo necessário para a matéria orgânica estabilizar-se ou alcançar um ponto físico em que esta atividade não teria mais efeito significativo sobre o oxigênio disponível. [17]

### **Coliformes**

O grupo coliforme de organismos é definido como todos os organismos anaeróbios e anaeróbios facultativos que fermentam a lactose com formação de gás dentro de 48 horas a 35°C. As bactérias coliformes produzem colônias com um brilho verde metálico característico e englobam uma variedade de organismos, principalmente de origem intestinal. O grupo de bactérias coliformes atende a todos os critérios para um indicador ideal, uma vez que estas, geralmente, não são patogênicas, mas estão presentes em patógenos e, muitas vezes, permanecem vivas no ambiente aquático por longos períodos de tempo. [12]

Os coliformes termotolerantes (CTes) fornecem evidências mais forte da possível presença de patógenos termotolerantes do que os coliformes totais(CTs). Para quantificação desses organismos indicadores, amostras de água são recolhidas em recipientes esterilizados. As amostras são compelidas através de um filtro e incubadas a uma temperatura específica durante um determinado período de tempo. As colônias resultantes que se formam durante a incubação são contadas e registradas como o número de unidades produtoras de colônia por 100 mL de água. [16]

### **Resíduo Total**

O resíduo total é a matéria que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura.

Quando os resíduos sólidos se depositam nos leitos dos corpos d'água podem causar seu assoreamento, que gera problemas para a navegação e pode aumentar o risco de enchentes. Além disso, podem causar danos à vida aquática pois ao se depositarem no leito eles destroem os organismos que vivem nos sedimentos e servem de alimento para outros organismos, além de danificar os locais de desova de peixes. [7]

O IQA é calculado pelo produto ponderado da qualidade da água correspondente as variáveis que integram o índice, através da utilização da equação a seguir:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas (entre 0 e 100);

$q_i$  = qualidade do i-ésimo parâmetro (entre 0 e 100), obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao i-ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade (entre 0 e 1), de forma que:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

sendo  $n$  o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

O principal contratempo quanto a utilização do IQA é que caso não se disponha de alguma das variáveis, o cálculo do índice é inviabilizado.

A partir do cálculo do IQA, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, conforme é apresentado no quadro 2, a seguir: [1]

Quadro 2: Faixas de qualidade de água para o IQA

Faixas de IQA	Classificação da qualidade da água
$IQA \leq 19$	Péssima
$19 < IQA \leq 36$	Ruim
$36 < IQA \leq 51$	Regular
$51 < IQA \leq 79$	Boa
$79 < IQA \leq 100$	Ótima

Fonte: CETESB, 2014

## 2.4- Índice de Qualidade da Água para Reservatório (IQAR)

As alterações causadas por atividades antrópicas exercem influência direta sobre os corpos hídricos, aumentando sua vulnerabilidade. Pode ocorrer diminuição na qualidade da água, devido principalmente a alta carga de nutrientes provinda de esgotamento doméstico que pode resultar no processo de eutrofização. Por causa disso foi criado o Índice de Qualidade da Água para Reservatório (IQAR) pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) para verificar a degradação da água dos mesmos. [2]

No estudo conduzido pelos pesquisadores do IAP, foi desenvolvida uma matriz contendo os intervalos de classe dos parâmetros mais relevantes para estabelecer diferentes classes de reservatórios em relação ao grau de degradação da qualidade de suas águas. Todas as variáveis foram submetidas à análise estatística multivariada para selecionar aquelas mais relevantes para uma correta

caracterização da qualidade das águas dos reservatórios. As variáveis selecionadas foram: déficit de oxigênio dissolvido (%), fósforo total (mg.L-1), nitrogênio inorgânico total (mg.L-1), demanda química de oxigênio (mg.L-1), disco de Secchi(m), clorofila *a* (µg.L-1), tempo de residência (dias), profundidade média (m) e a comunidade fitoplanctônica (nº de células/mL) devido a sua importância ecológica em ecossistemas lênticos. [18]

A profundidade de amostragem é um fator importante para este índice e por isso é necessário realizar amostragens à profundidades variadas conforme o método sugere:

Profundidade I: Camada da zona eufótica com 40% da luz incidente, onde é esperada uma produção primária de fitoplâncton representativa da camada trofotônica.[19]

$$\text{Prof. I} = \text{ZdS} \cdot 0,54$$

onde:

ZdS = profundidade Secchi

0,54 = fator para calcular 40% de luz incidente

Profundidade II: metade da zona afótica onde, independentemente da ocorrência de estratificação térmica, a respiração e a decomposição são predominantes sobre a produção autotrófica.

$$\text{Prof. II} = (\text{Zmax} + \text{Zeu}) / 2$$

onde:

Zmax = profundidade máxima (m), na estação de amostragem;

Zeu = zona eufótica, que é igual a profundidade Secchi x 3;

3 = fator correspondente a aproximadamente 1% da luz incidente na superfície da água.

Profundidade III: quando, durante as medições "in situ", for detectada zona anóxica, e esta não coincidir com a profundidade II, mais uma amostra é coletada na porção intermediária desta camada.

Para o cálculo do Índice da Qualidade de Água de Reservatórios, as variáveis selecionadas receberam pesos distintos, em função de seus diferentes níveis de importância na avaliação da qualidade da água, e estão representadas no quadro 3 a seguir:

Quadro 3: Variáveis selecionadas para determinar o IQAR e seus respectivos pesos

Variáveis “i”	Pesos wi
Déficit de oxigênio dissolvido (%)*	17
Fósforo Total (mg.L <sup>-1</sup> )**	12
Nitrogênio Inorgânico total (mg.L <sup>-1</sup> )**	08
Clorofila a (µg.L <sup>-1</sup> )***	15
Profundidade Secchi (m)	12
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )**	12
Cianobactérias (nº de células.mL <sup>-1</sup> )**	08
Tempo de residência - (dias)	10
Profundidade média - (m)	06

Fonte: IAP, 2014.

(\*) média da coluna d'água; (\*\*) média das profundidades I e II; (\*\*\*) profundidade I

De acordo com os valores de cada parâmetro o corpo hídrico pode ser classificado dentro de uma das seis classes em que foram divididos, conforme pode ser observado no quadro 4, na sequência:

Quadro 4: Classes representadas pelo IQAR

Variáveis “i”	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Déficit de oxigênio (%)	≤5	6-20	21-35	36-50	51-70	>70
Fósforo Total (mg.L <sup>-1</sup> )	≤0,010	0,011-0,025	0,026-0,040	0,041-0,085	0,086-0,210	>0,210
Nitorg. Inorg. Total (mg.L <sup>-1</sup> )	≤0,15	0,16-0,25	0,26-0,60	0,61-2,00	2,00-5,00	>5,00
Clorofila a (mg.m <sup>-3</sup> )	≤1,5	1,5-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	11,0-32,0	>32
Disco de Secchi (m)	≥3	3-2,3	2,2-1,2	1,1-0,6	0,5-0,3	<0,3
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	≤3	3-5	6-8	9-14	15-30	>30
Tempo de residência (dias)	≤10	11-40	41-120	121-365	366-550	>550
Profundidade média (m)	≥35	34-15	14-7	6-3,1	3-1,1	<1
Fitoplankton (florações)	sem	rara	eventual	frequente	frequente /permanente	permanente



A qualidade para cada reservatório é calculada através do Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAR), de acordo com a equação a seguir.

$$IQAR = \frac{\sum (q_i w_i)}{\sum w_i}$$

Onde:

*IQAR* - Índice de Qualidade da Água de Reservatórios;

*q<sub>i</sub>*- classe de qualidade de água em relação a variável "*i*", que pode variar de 1 a 6;

*w<sub>i</sub>*- pesos calculados para as variáveis "*i*".

O IQAR parcial é calculado a partir dos dados coletados a cada campanha de monitoramento. Em seguida, faz-se a média aritmética de dois ou mais índices parciais para, então, obter o IQAR final e definir a classificação de qualidade a que pertence cada reservatório, sendo esta representada no quadro 5 na sequência:

Quadro 5: Classificação de qualidade da água baseado no IQAR

Valor do IQAR	Qualificação
$0 \leq IQAR \leq 1,50$	não impactado a muito pouco degradado
$1,51 \leq IQAR \leq 2,50$	pouco degradado
$2,51 \leq IQAR \leq 3,50$	moderadamente degradado
$3,51 \leq IQAR \leq 4,50$	criticamente degradado a poluído
$4,51 \leq IQAR \leq 5,50$	muito poluído
$IQAR > 5,51$	extremamente poluído

Fonte: IAP, 2014.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1- Materiais e equipamentos utilizados

- Sonda (Medidor multiparâmetro HANNA modelo HI9829)
- Embarcação
- Frascos de plástico opacos

- Disco de Secchi
- Sacos plásticos (utilizado para coleta de sedimento)
- Fita crepe e caneta (identificação das amostras)
- GPS
- 

### 3.2- Procedimento

- Foram determinados 4 pontos de coleta, conforme a figura 3 apresentada na sequência, seguindo os critérios:
  - 1 ponto a montante, para determinar a qualidade da água antes de sofrer a influência antropogênica;
  - 2 pontos intermediários, a fim de caracterizar a água atingida;
  - 1 ponto a jusante, caracterizando o impacto em sua totalidade.

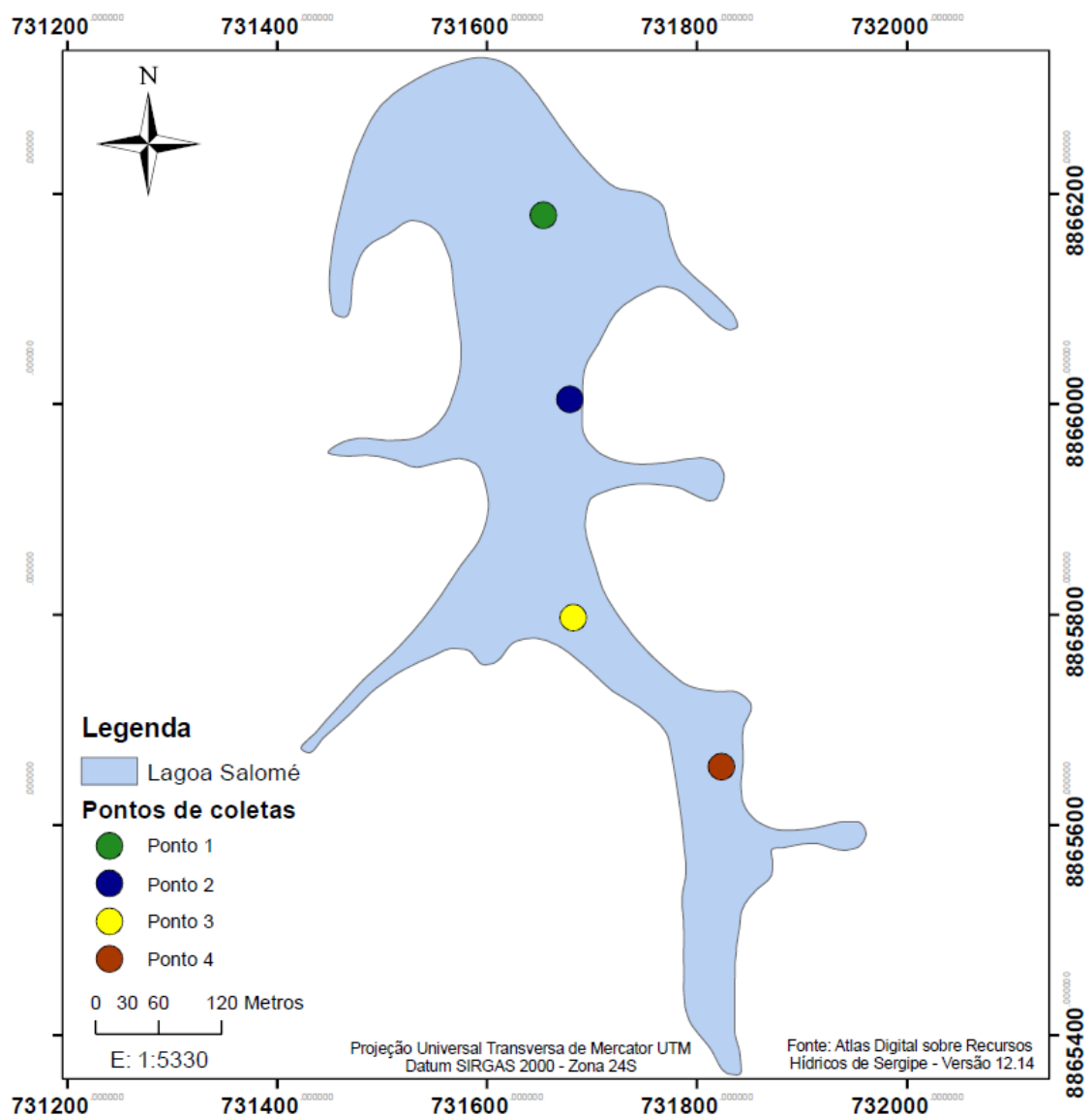


Figura 3: Localização dos pontos de coleta na lagoa Salomé

-Realizou-se duas coletas (uma em maio e outra em outubro de 2016), para se determinar a influencia da sazonalidade no corpo hídrico;

- Em cada ponto foi medida a turbidez através do disco de Secchi
- Depois de coletadas foram feitas as medidas dos parâmetros imediatos através da sonda
- As amostras foram levadas à geladeira e permanecem refrigeradas até as análises posteriores (determinação de fósforo, nitrogênio e  $\text{DBO}_{5,20}$ ).
- Os parâmetros DQO, nutrientes (nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, fósforo total) e clorofila *a* foram analisados no ITPS segundo metodologia descrita pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).
- O parâmetro DBO foi analisado no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Sergipe também em conformidade com o APHA (2012)

## 4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 6, a seguir, são apresentados os resultados obtidos análise para cada parâmetro analisado, assim como os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 para corpos de água doce Classe 4, na qual a lagoa Salomé se enquadra.

Quadro 6: Resultado dos parâmetro analisados e limites estabelecidos pelo CONAMA 357/2005

Parâmetro	média	desvio padrão	CONAMA 357/2005 Classe 4
Temperatura (°C)	30,4125	0,9234	Jusante $\leq 3^{\circ}\text{C}$ da montante
pH	7,0325	0,4313	6 a 9
Disco de Secchi (cm)	27,5000	5,1961	-
STD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	188,1875	5,5786	$\geq 500$
DBO ( $\text{mg L}^{-1}$ )	8,7052	3,7040	10

<b>Oxigênio Dissolvido (mg L<sup>-1</sup>)</b>	2,8083	1,7834	≥ 2
<b>N-total (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	3,1051	0,1227	≥ 1,27
<b>P-total (mg L<sup>-1</sup>)</b>	0,7089	0,1817	≥ 0,030
<b>Clorofila a (µg L<sup>-1</sup>)</b>	96,2763	20,0876	≥ 60

A temperatura é um parâmetro muito importante por promover influência sobre os demais parâmetros, afeta a solubilidade, como consequência a disponibilidade de oxigênio na água. Também influencia a toxicidade de alguns produtos químicos do sistema, bem como a sensibilidade de organismos vivos para as substâncias tóxicas. No estudo apresentado a temperatura não apresentou variabilidade sazonal significativa, dada a estabilidade climática durante o período das coletas, apresentando um valor médio de 30,41° C.

Os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como a dissolução de rochas, absorção de gases, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese além de fatores antropogênicos. O pH determina a aptidão da água para diferentes fins. Os resultados não mostraram diferenças espaciais e sazonais, apresentando valor médio entre 6 e 9, estando de acordo com o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005.

O disco Secchi informa quanto de luz consegue penetrar na coluna d'água, quanto menor a profundidade de Secchi, maior será a concentração de algas e sedimentos em suspensão. Nesse estudo no ponto 1, à montante, foi observada uma profundidade de 0,88m da lagoa Salomé e uma profundidade de Secchi 35cm, e no ponto 4, foi observada uma profundidade de 1,14m da lagoa e profundidade Secchi de 24cm, ou seja, há uma maior concentração de sedimentos no ponto 4.

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, os sólidos podem conter bactérias e resíduos orgânicos que uma vez oxidados podem diminuir a penetração de luz. Os valores obtidos para a lagoa Salomé encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos hídricos Classe 3, que é de até 500 mg.L<sup>-1</sup>, apresentando os valores máximos e mínimos de 194,20 e 180,00 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

O oxigênio dissolvido (OD) é fator determinante para que a biota aquática tenha condições de vida. Os resultados mostraram concentrações decrescentes em relação à montante, como provável resultado do alto consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos para degradar a matéria orgânica dissolvida. Os resultados obtidos estão abaixo de  $5 \text{ mg.L}^{-1}$ , que é o limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para todos os pontos sendo o valor mínimo de  $1,00289 \text{ mg.L}^{-1}$ , indicando uma circulação de água péssima e níveis de OD abaixo do recomendável.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 os limites de DBO, para corpos hídricos classe 2 e 3, poderão ser elevados, caso a capacidade do corpo hídrico restaurar suas características ambientais naturalmente desde que os limites de oxigênio dissolvido sejam obedecidos. No estudo realizado, apenas o ponto 4 apresentou valor dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. A lagoa Salomé apresentou DBO com valores cima de  $10,00 \text{ mg.L}^{-1}$  apresentando valor máximo de  $14,15 \text{ mg.L}^{-1}$  para o ponto 2. Os pontos 1, 2 e 3 são os mais afetados pelo despejo de efluentes domésticos além de atividades agrícolas.

A presença de nutrientes é fator essencial para a produção primária do ambiente aquático, porém quando em excesso pode provocar alguns problemas, como a proliferação de algas e microrganismos. As concentrações de fósforo total (P – total) e nitrogênio total (N – total) apresentaram-se elevados em todos os pontos. Os pontos mais afetados foram os de número 1, 2 e 3 por estarem mais próximos a área mais populosa que provoca descartes de efluentes domésticos nessa área. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar  $1,27 \text{ mg.L}^{-1}$  para ambientes lênticos. Nesse estudo,  $(\text{N/P} = 4,38)$ , o menor valor observado para nitrogênio total localizado no ponto 4, à jusante, e o máximo, localizado no ponto 1, à montante, foram, aproximadamente, 2,3 e 2,6 vezes maiores que o limite estabelecido, respectivamente.

A clorofila *a* é utilizada como indicadora da biomassa fitoplanctônica em ambientes aquáticos por se tratar de um pigmento encontrado em todos os grupos de vegetais e outros organismos autótrofos. A sua concentração ajuda na interpretação de resultados de análises físico-químicas, além de ser indicadora do

estado fisiológico do fitoplâncton e do grau de eutrofização de um ambiente aquático. De acordo com a resolução CONAMA nº 357/05, é permitida concentração de até 60 µg.L<sup>-1</sup> para classe 3 e, em virtude disso, a Lagoa Salomé está acima do limite recomendado, apresentando valores mínimos e máximos de 72,1995 no ponto 2 e 121.21µg.L<sup>-1</sup> no ponto 3, respectivamente.

## 5.CONCLUSÃO

Os Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Qualidade da Água para Reservatório (IQAR) são um valor numérico capazes de expressar, através de alguns parâmetros, o nível de qualidade da água de um corpo hídrico.

O trabalho apresentado teve como objetivo avaliar a qualidade da água do reservatório Lagoa Salomé localizado na região urbana do município de Cedro de São João no estado de Sergipe.

Os valores obtidos das variáveis analisadas permitem classificá-lo como corpo de água doce de classe 4 pela Resolução CONAMA 357/2005, que são águas que podem ser destinadas apenas à navegação e harmonização paisagística. No entanto, sabe-se que as águas desse reservatório são utilizadas para abastecimento humano, dessedentação animal e recreação.

No que se refere a qualidade da água de acordo com os índices de qualidade, verificou-se que a lagoa Salomé encontra-se classificada como muito ruim e extremamente poluída segundo os índices IQA e IQAR, respectivamente.

Tendo em vista os resultados apresentados se faz necessário um monitoramento contínuo dos parâmetros físico-químicos e biológicos para avaliação dos impactos sofridos pelo ambiente lacustre assim como medidas reparatórias para que a água da lagoa possa ter uma destinação mais nobre.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Apêndice C Índices de Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/Ap%C3%AAndice-C-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas-.pdf>>. Acesso em: jul. 2014.
- [2] ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil** / Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. -Brasília: ANA, SPR, 2014.
- [3] IBGE. **Censo Demográfico 2014 - Resultados do universo**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: jul. 2017.
- [4] Superintendência de Recursos Hídricos, SRH: Lagoa de Salomé é parte de programação ambiental natalina em Cedro São João, Disponível em <<http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/news/article.php?storyid=104>>, Acessado em 06/06/2017.
- [5] CODEVASF. **Proposta de intervenção na Lagoa Salomé e entorno, município de Cedro de São João -SE**. Sergipe, 2015.
- [6] ORAM, B. **Water Research Center**. Monitoring the Quality of Surfacewaters. Disponível em: <<http://www.water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoringthe-quality-of-surfacewaters>> Acesso em: jul. 2017.
- [7] Portal da Qualidade das Águas, Indicadores de qualidade – Índice de Qualidade das Águas (IQA), Disponível em <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>, Acesso em 06/06/2017.
- [8] WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water Quality Assessments: A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring**. 2th Edition. London: F& FN Spon, 651p, 1996.
- [9] CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES NO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009.
- [10] VON SPERLING, M. V. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, 1995.
- [11] RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63, Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>, Acessado em 06/06/2017.
- [12] CHIN, D. A. **Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment**. New Jersey: WILEY, 471p, 2013
- [13] Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. -Brasília: Funasa, 112 p, 2014.

- [14] BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; 17 NIENCHESKI, L. F. H. Manual de Análises de Oceanografia Química. Rio Grande: Editora da FURG, 1996.
- [15] O'CONNOR, D. J. The temporal and spatial distribution of dissolved oxygen in streams. Water Resources. v.3, 1967).
- [16] MIHELICIC, J. R.; ZIMMERMAN, J. B. **Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- [17] SILVA, M. O. S. Análises físicos químicas para controle de estações tratamento de esgotos, 1990.
- [18] IAP. INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Monitoramento da Qualidade da Água dos Reservatórios**. Curitiba: IAP, 2014
- [19] SCHÄFER, A.. 1985. Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais. Porto Alegre, EDUNI-SUL. 532 p.